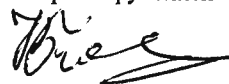


0-787224

На правах рукописи



Космынин Владислав Александрович

**ЦИКЛОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ЛИТОФАЦИАЛЬНОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОКУРСКОЙ  
СВИТЫ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ВАРЬЕГАНСКОГО МЕГАВАЛА**

Специальность 25.00.06 – «Литология»

**Автореферат**  
**диссертации на соискание ученой степени кандидата**  
**геолого-минералогических наук**

Москва – 2011

Работа выполнена на кафедре литологии Российского государственного университета нефти и газа им. И.М.Губкина

**Научный руководитель:** доктор геолого-минералогических наук, доцент по кафедре литологии Постников Александр Васильевич

**Официальные оппоненты:** доктор геолого-минералогических наук, профессор по кафедре промышленной геологии нефти и газа Филиппов Виктор Павлович  
Российский государственный университет нефти и газа им. И.М.Губкина

доктор геолого-минералогических наук, профессор по кафедре литологии и морской геологии  
Япаскурт Олег Васильевич  
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

**Ведущая организация:** ФГУП «Институт геологии и разработки горючих ископаемых»

Защита состоится «26» апреля 2011 года в 15 часов на заседании диссертационного совета Д. 212.200.02 при Российском Государственном Университете нефти и газа им. И.М.Губкина по адресу: 119991, Москва, В-296, ГСП-1, Ленинский проспект 65, ауд. 232.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина.

Автореферат разослан «22» марта 2011 г

Ученый секретарь диссертационного совета,

к. г.-м. н., доцент

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000675880

Е.А.Леонова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность проблемы.

В связи с постоянным изменением структуры запасов нефти и газа в мире, все больший интерес уделяется залежам, приуроченным к резервуарам, отличающимся высокой степенью геологической неоднородности, что определяет необходимость использования результатов широкого спектра геолого-геофизических исследований.

В Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции залежи такого рода резервуаров содержат значительные запасы высоковязких нефтей, которые для отложений покурской свиты оцениваются в 3 млрд. т.

Уникальными объектами разработки покурского нефтегазоносного комплекса (НГК) являются альб-сеноманские пластово-массивные преимущественно газовые залежи, в которых содержится до 80 % начальных запасов свободного газа Западной Сибири. Отличительной особенностью строения залежи рассматриваемого района является присутствие нефтяной оторочки, обладающей значительными запасами высоковязкой нефти. Залежи нижележащих продуктивных пластов преимущественно нефтяные. Крупными объектами разработки являются пласты ПК<sub>14</sub> и ПК<sub>18</sub>.

Литологическая неоднородность продуктивных пластов покурской свиты определяет отсутствие единых контактов газ-нефть-вода. Слои непроницаемых пород на отдельных участках резервуаров способны изолировать нефтеносную часть пласта от водо- и газоносной.

Вследствие наличия мощной газовой шапки и особых физических свойств пород верхней части покурской свиты, интерпретация данных трехмерной сейсморазведки в районе исследований осложняется. Использование сейсмофациального анализа, в качестве необходимой основы для построения геологических моделей пластов, дает достоверные результаты лишь в участках с наименьшим влиянием этих факторов и применением

определенных оптимизационных методик. Для построения моделей, учитывающих литологическую неоднородность геологических объектов покурского НГК, необходимо применение циклостратиграфического и литофациального анализа.

Широко распространенными методами добычи высоковязких нефтей в настоящее время являются тепловые методы воздействия на пласт. При этом важнейшими объектами адресного расположения эксплуатационных и нагнетательных нефтяных скважин должны являться локализованные мощные песчаные пропластки, моделирование которых представляет особый интерес. Наиболее актуально это при проектировании заложения субгоризонтально ориентированных стволов скважин, для которых, с одной стороны - необходимо расположение в пределах крупных и однородных песчаных тел, с другой - желательна изоляция локальными глинистыми перемычками как от газоносной, так и от водоносной частей залежи.

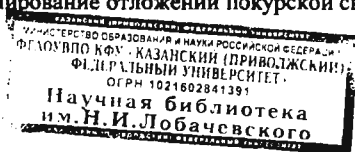
Соответственно, для оптимизации гидродинамических моделей залежей высоковязкой нефти необходима высокая степень детализации как геологического строения, так и литологических характеристик объектов.

### **Цель работы**

Разработка детализированной литофациальной модели отложений покурской свиты на основе литологических, циклостратиграфических и сейсмофациальных исследований для уточнения геологического строения резервуаров покурской свиты южной части Варьеганского мегавала.

### **Основные задачи исследования**

1. Литологическая характеристика отложений аптского, альбского и сеноманского ярусов.
2. Циклостратиграфический анализ покурской свиты.
3. Сопоставление разрезов скважин.
4. Литофациальное моделирование отложений покурской свиты.



5. Разработка рекомендаций по учету литофациальных характеристик отложений покурской свиты при проектировании разработки залежей высоковязкой нефти.

### **Научная новизна выполненной работы**

На основании комплексных литологических, циклостратиграфических, палинологических и сейсмофациальных исследований создана детальная литофациальная модель отложений покурской свиты в южной части Варьеганского мегавала.

Выявлены особенности циклического строения отложений покурской свиты, определяющие распределение в разрезе пород-коллекторов и слабопроницаемых прослоев.

Установлено, что породы-коллекторы приурочены в основном к нижним частям прогрессивных седиментационных циклитов и характеризуются значительными вариациями толщин по латерали.

Особенности строения покурской свиты в большей степени определяются обстановками седиментации, контролируемыми приуроченность крупных однородных песчаных пачек к дельтовым каналам и баровым телам, имеющих полосовидный характер распространения по площади.

Для построения детальной литофациальной модели покурской свиты применен дифференцированный подход с моделированием отдельных стратиграфических подразделений – циклитов, и проведением анализа эволюции обстановок осадконакопления по разрезу всей свиты.

### **Практическая ценность и реализация**

Литофациальные модели отложений верхней части покурской свиты были положены в основу разработки геологических и гидродинамических моделей некоторых месторождений высоковязких нефтей.

Выявленные закономерности литофациальной неоднородности позволяют повысить достоверность геологического моделирования даже в

участках с редкой сеткой скважин, что способствует повышению эффективности эксплуатационного бурения.

Даны рекомендации по учету литофациальных характеристик отложений покурской свиты при проектировании разработки залежей высоковязких нефтей покурского НГК.

Подобный подход к анализу геологической неоднородности может быть применен на большинстве залежей Западной Сибири, имеющих аналогичное строение, и открывает возможности для увеличения темпов их освоения и снижения эксплуатационных затрат.

#### **Основные защищаемые положения**

1. В неоднородном терригенном разрезе покурской свиты на основе циклостратиграфического анализа выделены седиментационные циклиты различного ранга, что позволило обосновать пространственную позицию изохронных песчаных тел исследуемого района.

2. Посредством литофациального моделирования покурской свиты были установлены обстановки осадконакопления, сформировавшиеся в пределах дельтового комплекса и определившие конфигурацию крупных песчаных тел с преобладанием субмеридианальных и субширотных форм, соответствующих дельтовым каналам, вдольбереговым и устьевым барам.

3. Литофациальное моделирование позволило оптимизировать выбор участков размещения субгоризонтально ориентированных стволов скважин центральной и западной частей района исследований и выявить высокую перспективность применения тепловых методов повышения нефтеотдачи альбеноманских залежей высоковязких нефтей.

#### **Апробация работы и публикации**

Результаты выполненных исследований докладывались на заседании круглого стола «Вопросы и перспективы разработки месторождений тяжелой нефти в России» под патронажем премьер-министра Республики Татарстан (2008 г.), XVII Губкинских чтениях и на выступлении в ГИН РАН (2009 г.). По

теме диссертационной работы автором опубликованы 2 печатные работы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Представлена заявка на патент изобретения «Способ исследования процесса нефтewытеснения из коллектора».

### **Объем и структура работы**

Диссертационная работа изложена на 164 страницах машинописного текста и 104 приложениях, содержит 7 таблиц и 7 рисунков. Состоит из введения, 6 разделов, основных выводов и списка источников из 63 наименований.

Диссертационная работа выполнена в аспирантуре Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина на кафедрах «литологии» и «разработки и эксплуатации нефтяных месторождений».

Автор выражает благодарность д.г.-м.н., доценту А.В. Постникову за научное руководство и помощь на протяжении всего времени работы над диссертацией, к.т.н., доценту И.Н. Стрижову, к.т.н., доценту Л.Н. Назаровой, д.г.-м.н. В.И. Рыжкову - за оказанные консультационные услуги и Карпову С.Н. – за оказание содействия в организации рабочего процесса.

### **Фактический материал**

В основу диссертационной работы положены комплексные исследования неоднородности строения покурской свиты, учитывающие закономерности пространственного размещения пород-коллекторов и флюидоупоров, и направленные на повышение эффективности эксплуатационного бурения.

Исходными данными для диссертационной работы послужили материалы бурения поисково-разведочных и эксплуатационных скважин на месторождениях центральной части Западной Сибири. Для проведения литофациального анализа и оценки геологической неоднородности строения разрезов использованы результаты литологических и палинологических исследований керна. Привлечены данные интерпретации трехмерной сейсморазведки верхней части покурской свиты северного и западного участков района исследований. Для циклостратиграфического расчленения

разрезов скважин, выделения коллекторов и оценки характера насыщения использован стандартный комплекс геофизических исследований. В целом, анализу и обработке геолого-геофизического материала было подвержено около 500 скважин. Кроме того, с целью оценки влияния разрывных нарушений на характер распределения седиментационных тел использованы космо- и аэрофотоснимки местности масштаба 1:50000.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Глава 1. Особенности геологического строения и нефтегазоносность покурского продуктивного комплекса южной части Варьеганского мегавала**

Изучением покурского продуктивного комплекса занимались: В.Х. Ахияров, А.А. Бакиров, В.С. Бочкарев, А.А. Булынникова, И.С. Гутман, Т.И. Гурова, В.И. Ермаков, Ю.Н. Карагодин, А.Н. Кирсанов, Г.Н. Комардинкина, А.Э. Конторович, В.Д. Наливкин, А.А. Нежданов, Н.Н. Немченко, И.И. Нестеров, С.Г. Саркисян, Ф.И. Толмачев, Ф.З. Шаля, В.И. Шпильман и др.

В административном отношении площадь исследований расположена в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области. В нефтегазогеологическом отношении район работ располагается в южной части Надым-Пурской нефтегазоносной области (НГО). В тектоническом плане область исследований приурочена к южной части Варьеганского мегавала. Район характеризуется промышленной нефтегазоносностью практически всего разреза юрских и меловых отложений и широким развитием залежей, связанных с литологическим экранированием пород-коллекторов глинистыми толщами.

До недавнего времени основное внимание при изучении разреза осадочного чехла в этом районе уделялось юрским и неокомским отложениям. Вместе с тем, исследования последних лет показали наличие больших запасов углеводородов в отложениях покурского нефтегазоносного комплекса,



представленного слабо литифицированными осадками. Общая толщина апт-альб-сеноманского комплекса составляет в среднем 700 м.

Основной вклад в стратификацию разреза осадочного чехла Западно-Сибирской плиты внесен Н.Н. Ростовцевым в 1954 г. Им было предложено выделять в разрезах мезозойских и кайнозойских отложений ряд литолого-фациальных толщ, названных им слоями, а затем переведенных в ранг свит, подсвит и пачек. В пределах покурского комплекса им выделены викуловская, ханты-мансийская, уватская и кузнецовская свиты.

В связи с этим в решения Ленинградского (1956 г.) и Новосибирского (1960 г.) стратиграфических совещаний совместно с унифицированной схемой, составленной в соответствии с подразделениями общей биостратиграфической шкалы, была включена региональная корреляционная схема, отражающая взаимоотношения местных стратиграфических подразделений: горизонтов, свит, подсвит, пачек, а также их литологический состав и мощности. Впоследствии стратификация меловых отложений уточнялась еще на трех межведомственных стратиграфических совещаниях.

В диссертационной работе при проведении стратиграфического расчленения разреза покурской свиты учитывались "Региональные стратиграфические схемы мезозойских отложений Западно-Сибирской равнины", принятые V Тюменским Межведомственным региональным стратиграфическим совещанием 18 мая 1990 года и утвержденные МСК СССР 30 января 1991 года.

Ввиду повышенного промышленного интереса к изучению неоднородности геологического строения покурской свиты широкую значимость приобретают литофациальные исследования.

Многие исследователи сходятся во мнении, что осадконакопление покурской свиты Центрального Приобья происходило в обстановках от континентальных до прибрежно-морских, а морской бассейн находился

западнее. Сеноманский век авторы считают временем максимальной регрессии бассейна, в туронское время сменяющейся новой трансгрессией.

Для стратификации и расчленения разреза альб-сеноманских отложений многими исследователями, среди которых Л.Б. Берман, Т.В. Давыдова, И.П. Жабрев, В.С. Нейман, Ф.К. Салманов В.И. Ермаков, А.Н. Кирсанов, А.А. Шаля, Ю.Н. Карагодин, И.С. Гутман, М.М. Иванова, Е.П. Титунин и др., использовались различные методики: анализ седиментационной цикличности, расчленение разрезов месторождений с помощью детальной корреляции и ряд других.

На начальной стадии изучения и освоения залежей покурской свиты Западной Сибири многие исследователи предполагали массивный характер их строения. Однако отсутствие единых газожидкостных контактов и неравномерность выработки запасов УВ указывает на сложное строение апт-сеноманского комплекса, характеризующегося литологической и тектонической неоднородностью. Особенности строения покурской свиты оставляют множество неразрешенных проблем, требующих дальнейшего изучения. В этой связи, в последнее время, существенно возрос интерес к более детальному и комплексному анализу геологического строения разреза покурской свиты.

## **Глава 2. Литологическая характеристика покурской свиты.**

Литологические исследования проводились по пробуренным в последние годы с максимальным отбором кернового материала 6 скважинам, 5 из которых характеризуют верхнюю часть покурской свиты и одна - пласты апт-альбского возраста.

Породы покурской и низов кузнецовской свит представлены следующими литотипами: конгломераты, песчаники средне-мелкозернистые и алевролиты слабосцементированные, песчаники и алевролиты с глинистым цементом, песчаники и алевролиты с карбонатным цементом, глины с глауконитом, глины алевритовые и алевритистые, глины тонкочешуйчатые.

Между отдельными литотипами существуют переходные разности. В разрезе широко представлены пачки переслаивания глин, алевролитов и песчаников.

Проведенный литологический анализ покурской свиты установил вертикальную зависимость плотности пород от глубины. Менее плотные разности относятся к пластам альб-сеноманского возраста и характеризуются низким содержанием глинистого цемента и соответственно высокими значениями открытой пористости. Слабая сцементированность пород объясняется как слабым диагенетическим преобразованием осадка, так и динамикой среды осадконакопления, и является благоприятным фактором для высоких фильтрационно-емкостных свойств.

Благоприятным фактором является также хорошая отсортированность значительной части песчаников и алевролитов. Хотя отмечаются и плохо отсортированные разности пород.

Широко развитые в разрезе песчаники с первичным глинистым цементом и алевроглинистые породы обладают низкими ФЕС. Породы, обладающие значимой открытой пористостью, представлены песчаниками и алевролитами с низким содержанием терригенного глинистого материала.

Проницаемость пластов как по латерали, так и по вертикали снижена за счет тонкого переслаивания песчаников, алевролитов и глин.

Весьма специфично для разреза покурской свиты наличие алевролитов, практически лишенных глинистого материала. Эти породы обладают такой же высокой пористостью, как и песчаники, но естественно значительно более низкой проницаемостью, особенно для вязких флюидов. Указанные параметры контролируются составом источников сноса, формой переноса и условиями осадконакопления.

Существенную роль в формировании коллекторских свойств пород сыграли вторичные процессы. Все вторичные процессы приводили в большей или меньшей степени к уменьшению объема и сообщаемости пор. Основным процессом, отрицательно сказывающимся на ФЕС пород, является образование

диагенетического глинистого цемента – гидрослюдистого (или хлоритового) и каолинитового. Менее значительная роль принадлежит раннедиагенетической сидеритизации, в частности, приводящей к замещению обломков биотита.

В разрезе покурской свиты встречаются небольшие прослои песчаников и алевролитов с базальным кальцитовым цементом, образующимся также в результате диагенетических преобразований. Эти породы практически лишены открытого порового пространства.

Количество пластов-коллекторов их толщины, распределение в разрезе и по площади контролируется, главным образом, условиями осадконакопления. В этой связи литофациальный анализ приобретает особое значение не только для выявления закономерностей строения неоднородного покурского НПК, но и для прогноза эксплуатационного потенциала как крупных пластов, так и отдельных локальных объектов внутри пластов.

### **Глава 3. Био-, циклостратиграфическое расчленение разреза покурской свиты.**

Циклостратиграфия, как метод, основанный на анализе цикличности осадочных образований, появился в 90х гг. XX в. В отличие от стратиграфии, которая изучает временное соотношение слоев и толщ, отличающихся выдержанностью свойств и положением в разрезе земной коры, объектами циклостратиграфии являются сочетания слоев с направленной изменчивостью этих свойств. Основными критериями временного ограничения таких объектов становятся фазы, отвечающие смене тенденций в направленной последовательности залегания слоев (прогрессивной или регрессивной).

Стратиграфическая привязка и анализ обстановок седиментации отложений покурской свиты производились с учетом палинологических исследований, проведенных Г.Н. Александровой в лаборатории палеофлористики ГИН РАН.

В результате было уточнено положение границы альбского и сеноманского ярусов (граница пластов ПК<sub>2</sub> и ПК<sub>3</sub>, циклитов С2 и С3), ранее

прогнозируемое на границе пластов ПК<sub>5</sub> и ПК<sub>6</sub>. Циклостратиграфический анализ основывался на уточненных стратиграфических данных и позволил протрассировать выделенную границу по всей площади исследования.

По полученным палинологическим, циклостратиграфическим и данным широкого комплекса ГИС (гамма, нейтронный, индукционный, акустический методы, метод кажущегося сопротивления, потенциалов собственной поляризации) в разрезе покурской свиты выделено 22 седиментационных циклита: C1-C22. К относительно мелкому рангу (толщина до 15 м) относятся циклиты: C2-C4, C7-C10, C13, C15, C17-C18; к более крупному рангу (толщина до 100 м) - C1, C5-6, C11-C14, C16, C19-C22. К алтским отложениям относятся циклиты C22-C17, к альбским – C16-C3, к сеноманским – C2-C1, к сеноман-туронским – C0.

Периодические изменения условий осадконакопления во времени приводят к формированию седиментационных циклитов разного ранга. Сочетание различных геофизических параметров, фиксируемых данными ГИС позволило установить постепенные или резкие переходы в слоистой толще осадочных пород и выделить циклические изменения высокого ранга.

В строении разреза покурской свиты выделяются преимущественно асимметричные циклиты прогрессивной направленности (по Ю.Н. Карагодину), при которой отмечается постепенный переход от песчаных пород к алевро-глинистым и почти чистым глинам. При этом переход от глин к вышележащим относительно грубообломочным породам довольно резкий. Реже отмечается регрессивный характер последовательности. Примером является циклит C22, лежащий в основании покурской свиты. Базальным слоем циклита служат глины алымской свиты.

Выделение циклитов низкого ранга (от нескольких миллиметров до нескольких метров) проводилось на основе анализа кернового материала, с учетом различий текстурных и структурных особенностей, состава пород, характера их чередования в разрезах. По данным скважин, охарактеризованных

керном, в разрезе верхней части покурской свиты выделяются до 60 пачек пород (толщины от 0,15 до 4 м), которые объединяются в 14-19 циклитов толщиной до 15 м.

Высокое качество сопоставления результатов выделения циклитов на разных иерархических уровнях и их обоснованность литологическими данными обеспечили большую достоверность циклостратиграфического анализа в выделении и трассировании изохронных границ по площади исследований. Эта особенность влияет на качество доразведки района исследований, обеспечивает решение ее задач, в том числе с помощью опережающих эксплуатационных скважин и в целом повышает эффективность освоения продуктивных объектов.

#### **Глава 4. Сопоставление разрезов скважин и изучение региональных закономерностей строения разреза покурской свиты**

Сопоставление разрезов скважин осуществлялось на основе представлений о цикличности, с учетом выделенных закономерностей строения седиментационных циклитов.

В качестве основных реперов выбирались глинистые, достаточно выдержанные пласты, самым верхним из которых является регионально распространенная толща глин кузнецовской свиты. Опорным базальным горизонтом является региональный репер раннеаптского возраста - подошва циклита С22, верхняя песчаная часть которого соответствует пласту ПК<sub>22</sub>.

Общие толщины циклитов довольно изменчивы по латерали, но на сравнительно небольшой площади их вариации, как правило, невелики. Основной причиной вариаций толщин циклитов является изменение мощностей песчаных пластов в их пределах. Отдельные песчаные тела достигают толщин более 30 м.

В зависимости от строения седиментационного циклита (прогрессивный, регрессивный, симметричный) песчаные тела выделены в нижней (циклиты С2-21), верхней (циклит С22) или центральной (циклит С1) его частях.

Циклостратиграфический анализ позволил проследить по разрезу сравнительно одновозрастные песчаные пласты и выявить закономерности их строения.

#### Сеноманский ярус (пласты ПК<sub>1-2</sub>).

Сеноманский ярус сложен циклическим чередованием песчаных и глинистых пластов и представлен двумя крупными циклитами- С1 и С2. Толщины циклитов в целом колеблются в пределах 10-56 м, однако, на большей части территории, за исключением района куста 61 вариации значительно меньше – 18-40 м. Общая толщина резервуара изменяется от 32 м до 70 м.

Пласт ПК<sub>1</sub> (циклит С1) имеет относительно однородное строение, выдержан, но характеризуется достаточно большими вариациями толщин по площади. Пропластки-коллекторы, в основном, газонасыщены и представлены высокопроницаемыми разностями. Пропластки непроницаемых пород имеют линзовидный прерывистый характер распространения.

Пласт ПК<sub>2</sub>, характеризующий базальную часть циклита С2, в большей степени заглинизирован и имеет более неоднородное строение, чем ПК<sub>1</sub>. Разделом между двумя пластами является глинистый репер, кровля которого соответствует кровле циклита С2.

На фоне общей выдержанности толщины перемычки между газовой шапкой с нефтяной оторочкой и нефтенасыщенной частью сеноманской залежи, на определенных участках территории наблюдается размыв глинистого раздела и гидродинамическая связь между зонами разного насыщения пластов ПК<sub>1-2</sub>.

#### Альбский ярус (пласты ПК<sub>3-16</sub>).

В разрезе выделяется 14 крупных циклитов (С3-С16). Толщины циклитов верхней части яруса колеблются в пределах 6 - 40 м.

Высокая выдержанность и прослеживаемость по всей площади работ глинистых разделов, представляющих кровельные части циклитов,

обеспечивает формирование в пределах каждого пласта самостоятельных залежей.

В разрезе альбского яруса наиболее однородными массивными песчаными разностями представлены пласты ПК<sub>14-16</sub>. Нефтенасыщенный высокопористый пласт ПК<sub>14</sub>, образующий отдельную залежь и характеризующийся частым присутствием плотных пород (песчаников с карбонатным цементом), отчасти контролируемых резкими вариациями ВНК, является одним из приоритетных объектов разработки в пределах всей покурской свиты.

#### Аптский ярус (пласты ПК<sub>17-22</sub>)

Толщины циклитов аптского яруса (С17-С22) колеблются в пределах 24 - 74 м, местами достигая 100 м. Все циклиты выдержаны по площади, характеризуются более высоким рангом и имеют более однородное строение, чем вышележащие. Обособленно выделяются пласты базальной части покурской свиты - ПК<sub>21-22</sub>, представляющие верхние части регрессивных циклитов С21 и С22.

Важной особенностью строения покурской свиты исследуемого района является прослеживаемость седиментационных циклитов крупных рангов по всей рассматриваемой площади, на фоне изменчивости их общих толщин и широкого развития зон замещения песчаных пластов на локальных участках.

#### **Глава 5. Литофациальная модель отложений покурской свиты**

Одной из главных целей работы являлось изучение закономерностей распределения песчаных тел в отложениях покурской свиты на основе литофациального анализа. Необходимость литофациальных исследований продиктована сложностью строения полифациальной прибрежно-морской толщи покурской свиты.

Автором выполнены элементы литофациального и генетического анализа отложений покурской свиты. Разнообразные проявления волнистой, косой, прерывистой слоистости, текстуры ряби, взмучивания осадка, локальные



размывы, частое присутствие корневых систем растений, глауконита, низкая сохранность органического детрита, тонкозернистая структура песчаного материала и малое содержание цемента свидетельствуют об обстановках аллювиально-дельтовой равнины.

Структурно-текстурные и литологические признаки пород и их сочетания в разрезе обосновали приуроченность территории на рассматриваемом этапе к обстановкам дельтового мелководья, русловым (дельтовых рукавов), баровым и маршево-болотным фациям. Распределение полученных литофациальных элементов в пространстве, с помощью комплекса карт: коэффициентов песчанистости, общих и эффективных толщин седиментационных циклитов, позволило установить положение обстановок седиментации покурской свиты в низовьях реки (см. рисунок 1). В этих условиях привнос осадков в среду седиментации связан с дельтовой системой, и лишь отчасти осуществляется путем разноса вдоль берега.

В целях комплексной оценки седиментационной приуроченности отложений апт-альб-сеноманского возраста использована методика анализа изменений гранулометрических характеристик разреза. Более точное определение ориентировки седиментационных тел обеспечило применение анализа разломно-блоковой структуры, а в отдельных частях области исследований - сейсмофациального анализа.

Циклостратиграфический анализ выявил особенность строения разреза покурской свиты: широкое развитие процессов замещения песчаных прослоев алевро-глинистыми, что также характерно для дельтовых обстановок.

В развитии территории для рассматриваемого стратиграфического диапозона можно выделить 4 этапа формирования осадков.

#### Этап осадконакопления 1 (нижний апт, циклит C22)

Фациальная ассоциация фронта дельты, характеризующая переход от неоднородных обстановок дельтовой равнины к тонкозернистым фациям продельты, представлена только в нижней части покурского комплекса.

### Этап осадконакопления 2 (апт-альб, C2-C21)

На этом этапе дельтовый комплекс проградирует в юго-западном, западном направлении. Литогенетические признаки отложений апт-альбского возраста отражают седиментацию в дельтовых каналах и во внутريدельтовых областях между ними. Присутствие крупных песчаных тел на фоне общего алевро-глинистого массива и частые эрозионные поверхности указывают на повторяющиеся паводки, а разнонаправленная косая слоистость отражает миграцию дельтовых рукавов.

### Этап осадконакопления 3 (Верхняя часть покурской свиты, C1)

Принадлежность отложений сеноманского яруса северной части территории к континентальным обстановкам подтверждается осадками палеопочв и присутствием в основании руслового цикла грубозернистых крайне слабосцементированных осадков и размывом нижележащих глин.

### Этап осадконакопления 4 (поздний сеноман – турон, C0)

Формирование осадков в раннетуронское время происходило в период крупной морской трансгрессии, охватившей почти полностью всю территорию Западно-Сибирской плиты. О морских условиях свидетельствует обилие глауконита, хорошая сохранность органических останков раковин фораминифер и микрофоссилий.

Общая тенденция сопровождается периодами падения, стабилизации и подъема уровня моря, что определяет явно циклический характер строения толщи покурской свиты. Этапы осадконакопления выражаются в разрезе в виде циклитов различных рангов, что определяется периодом существования и повторяемостью происходящих в них седиментационных процессов.

Для всех циклитов характерно преобладание полосовидных иногда очень узких зон развития крупных песчаных тел, рассматривающихся как дельтовые каналы и баровые тела. Преобладающая ориентировка каналов – субширотная, юго-западная, баров – субмеридианальная.

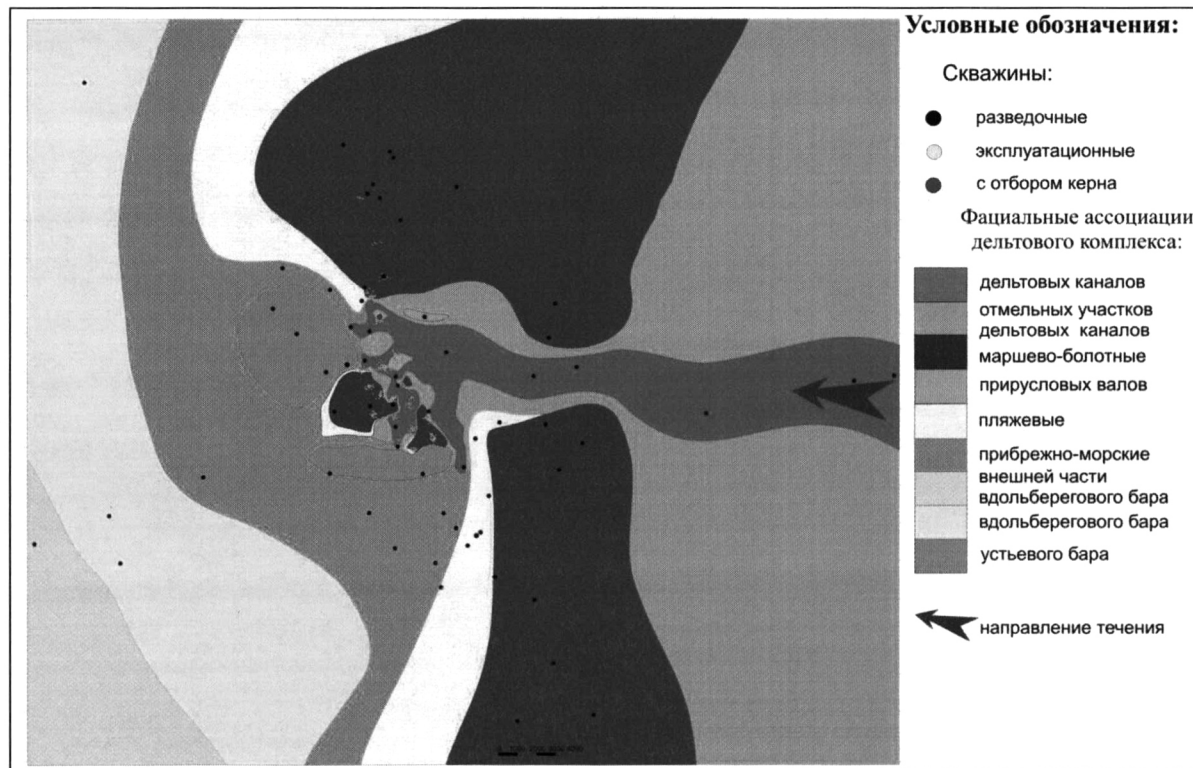


Рисунок 1 – Обстановка осадконакопления отложений нижней части покурской свиты

Источник сноса осадочного материала отложений покурской свиты, по-видимому, располагался восточнее или северо-восточнее района исследований. На этот факт указывают минеральный состав пород и преимущественная ориентировка дельтовых каналов с ортогональной им системой баровых тел. Проведенные исследования покурского НГК северных районов Западно-Сибирской НГП подтверждают установленные ориентировки седиментационных тел.

### **Глава 6. Рекомендации по учету литофациальных характеристик отложений покурской свиты при проектировании разработки залежей высоковязкой нефти**

Сопоставление разрезов скважин нескольких продуктивных площадей южной части Варьеганского нефтегазоносного района позволило выявить общие закономерности геологического строения покурского НГК района работ.

В разрезе покурского НГК выделен 21 подсчетный объект. По характеру насыщения они группируются следующим образом: нефтяные - пласты ПК<sub>3</sub>, ПК<sub>4</sub>, ПК<sub>5</sub>, ПК<sub>8</sub>, ПК<sub>9</sub>, ПК<sub>10</sub>, ПК<sub>11-1</sub>, ПК<sub>11-2</sub>, ПК<sub>12-1</sub>, ПК<sub>12-2</sub>, ПК<sub>13</sub>, ПК<sub>17-1</sub>, ПК<sub>17-2</sub>, ПК<sub>18</sub>, ПК<sub>19</sub>, (всего 15 залежей); нефтегазовые – ПК<sub>1-2</sub>, ПК<sub>6-7</sub>, ПК<sub>14-0</sub>, ПК<sub>14</sub>, ПК<sub>20</sub>, ПК<sub>21</sub> (6 залежей). Объектами опытно-промышленной эксплуатации являются пласты ПК<sub>1-2</sub>, ПК<sub>6-7</sub>, ПК<sub>14</sub>. В пробной эксплуатации находятся залежи пластов ПК<sub>12</sub><sup>2</sup>, ПК<sub>13</sub>, ПК<sub>14</sub><sup>0</sup>, ПК<sub>14</sub>, ПК<sub>17</sub><sup>1</sup>, ПК<sub>17</sub><sup>2</sup>, ПК<sub>18</sub>, ПК<sub>19</sub>, ПК<sub>20</sub>, ПК<sub>21</sub>. Залежи ПК<sub>1-2</sub> и ПК<sub>14</sub> - наиболее крупные по запасам нефти и газа.

Неоднородное тектоническое строение, резкая литологическая изменчивость и аномально вязкие свойства флюидов объясняют сложный характер строения залежей покурского НГК и определяют вариации отметок ВНК по площади.

Дебиты нефти сильно варьируют от скважины к скважине (от 5.4 до 63.2 м<sup>3</sup>/сут- пласт ПК<sub>1-2</sub>) и зависят более всего от степени освоенности испытанного пласта, его коллекторских свойств и неоднородности геологического строения.

Низкие дебиты, полученные при испытании, по-видимому, обусловлены влиянием высокой вязкости нефти.

На участке исследований запасы нефти относятся к категории трудноизвлекаемых по причине взаимосвязанных особенностей – высокая вязкость нефти (205 мПа\*с), рыхлые породы-коллекторы, высокая степень расчленённости разреза покурской свиты.

Широко распространенными методами выработки запасов тяжелых нефтей в настоящее время являются тепловые методы воздействия. Основным объектом теплового воздействия является пластовая нефть, тем не менее, при ее нагревании приходится нагревать и остаточную воду, и породу. Литолого-геофизическая характеристика и литофациальные особенности отложений покурской свиты являются наиболее значимыми факторами, влияющими на интенсивность и эффективность процессов паротеплового воздействия на пласты-коллекторы.

Высокоэффективные работы по термическому воздействию в основном связаны с высокопроницаемыми коллекторами. Относительно высокие значения проницаемости пород апт-альб-сеноманского возраста (преимущественно выше 30 мДа, достигает 0,7-0,8 Да) способствуют высокому темпу фильтрации теплоносителя по пласту, что значительно снижает теплотери в кровлю и подошву пласта. Высокая пористость (до 43%) и крайне слабая литифицированность пород обеспечивают меньшие затраты тепловой энергии на подогрев пористой среды.

Важной характеристикой как для процесса ИТВ (паро-теплового воздействия), так и ВГ (внутрипластового горения) является толщина продуктивного пласта. При закачке пара в наиболее однородные мощные (> 6 м) песчаные пачки, соответствующие дельтовым каналам или баровым телам, уменьшаются теплотери в покрывающие и подстилающие породы. Глубина залегания продуктивных пластов верхней части покурской свиты соответствует

рекомендуемой для закачки пара (800-900 м), т.к. при этом наблюдаются незначительные потери тепла по колонне труб.

Негативной оценкой возможности закачки теплового реагента и добычи нефти, может являться слабая литифицированность как песчаных, так и глинистых пород верхней части покурской свиты. При интенсивном паротепловом воздействии рыхлые глинистые породы разобщаются и теряют экранирующую способность, что приводит к резкому обводнению добывающих скважин. Эту особенность требуется учитывать при применении методов паротепловой обработки пласта. В частности, предлагается увеличить темпы отбора жидкости и, быть может, одновременную эксплуатацию соседних пластов, т.к. нарушение сплошности пород в таких условиях считается неизбежным.

Проектирование доразведки продуктивных объектов покурского НГК целесообразно проводить с учётом выявленных особенностей литофациального строения. Анализ литофациальной неоднородности и высокие коллекторские свойства пород сеноманского яруса, ввиду (прежде всего) седиментационных причин, позволили высоко оценить перспективы нефтегазоносности верхнепокурских отложений западной части района исследований. На данном участке можно уже сейчас рекомендовать заложение нескольких разведочных скважин на верхние нефтеносные горизонты покурской свиты. Проведенные седиментологические исследования необходимо адаптировать на результаты интерпретации сейсморазведки, что существенно повысит качество полученных выводов.

В результате проведенных литофациальных исследований песчаные тела, определенные как дельтовые каналы, береговые и устьевые бары (при условии их изоляции мощными непроницаемыми разделами в нефтяной зоне, т.к. обводненность и прорывы газа, ухудшающие нефтеотдачу, здесь менее вероятны), выбраны как первоочередные объекты разработки с применением субгоризонтально ориентированных стволов скважин (см. рисунок 2).

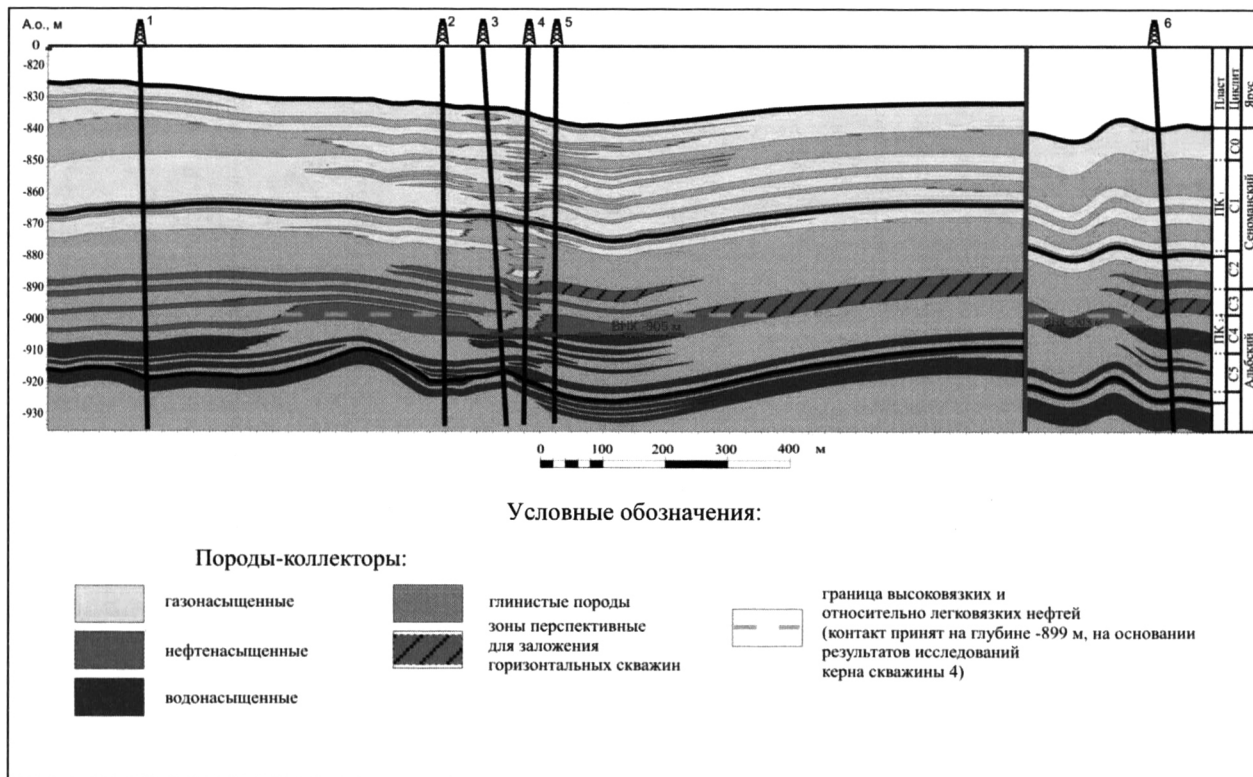


Рисунок 2 - Геологический профильный разрез верхней части покурской свиты (альб-сеноман, пласты ПК<sub>1-4</sub>)

Перспективы применения тепловых методов повышения нефтеотдачи залежей высоковязких нефтей верхней части покурской свиты, оценены как высокие. Применение методов паротеплового воздействия на пласты нижней части покурской свиты достаточно ограничено, что требует дальнейшего изучения способа воздействия на продуктивные пласты покурской свиты.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Терригенные породы покурской и низов кузнецовской свит южной части Варьеганского мегавала представлены 10 литотипами: от конгломератов и мелкозернистых песчаников до глинистых разностей. В разрезе широко представлены пачки переслаивания глин, алевролитов и песчаников. В целом низкая степень уплотненности пород объясняется как слабым диагенетическим преобразованием осадка, так и относительно высокой гидродинамической активностью среды седиментации. К закономерностям строения разреза также относится уменьшение вторичных процессов (трещиноватости, регенерации кварцевых зерен) вверх по наслению, чему способствует низкая плотность пород.

2. По палинологическим, циклостратиграфическим данным и интерпретации широкого комплекса ГИС в рассматриваемой части разреза выделено 22 седиментационных циклита крупного ранга: C1-C22. Циклиты прослеживаются повсеместно на всей рассматриваемой площади. Разрез покурской свиты имеет общий регрессивный характер строения.

3. Судя по составу, структурно-текстурным особенностям пород, характеру строения седиментационных циклитов и палинофаціальным данным, обстановки осадконакопления покурской свиты характеризуют различные фации дельтового комплекса. Однородные песчаные тела значительной мощности формировались преимущественно в обстановках дельтовых каналов, устьевых и вдольбереговых баров, в то время как алевро-глинистые отложения – во внутридельтовых областях.

4. Источник сноса осадочного материала располагался восточнее или северо-восточнее района исследований, что подтверждается минералогическим



составом осадочных пород и преимущественной субширотная ориентировкой седиментационных каналов с ортогональной им системой баровых тел.

5. Учитывая литологическую изменчивость в разрезе верхней части покурской свиты, невысокую плотность охвата территории сейсморазведкой, литофациальный анализ приобретает особое значение не только для выявления закономерностей ее строения, но и для прогноза эксплуатационного потенциала как крупных пластов, так и отдельных локальных объектов внутри пластов.

6. Наиболее однородные выдержанные, преимущественно, в субширотном направлении крупные песчаные тела дельтовых каналов и баров, при условии их изоляции мощными непроницаемыми разделами в нефтяной зоне, являются перспективными для заложения эксплуатационных горизонтальных скважин, т. к. обводненность и прорывы газа, ухудшающие нефтеотдачу, здесь маловероятны.

7. Слабая литифицированность пород, высокие фильтрационно-емкостные свойства, а также небольшая глубина залегания альб-сеноманского резервуара (пласты ПК<sub>1-6</sub>) позволяют прогнозировать в наиболее крупных песчаных телах высокую нефтеотдачу при применении паротеплового воздействия на пласт.

#### **Список опубликованных работ по теме диссертации:**

1. Александрова Г.Н., Космынин В.А., Постников А.В. Стратиграфия и условия седиментации меловых отложений южной части Варьеганского мегавала (Западная Сибирь) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. ГИН РАН. – М., 2010. – Т.18, № 4. -С.65–91.

2. Карпов С.Н., Космынин В.А., Постников А.В. Изучение неоднородности строения пластов альб-сеноманского возраста южной части Надым-Пурской НГО // Нефтяное хозяйство. -М., 2011. -№ 1. -С.2-6.

3. Космынин В.А. Литофациальный анализ и оценка неоднородности строения терригенных пластов покурской свиты южной части Варьеганского мегавала. XVIII Губкинские чтения «Развитие нефтегазовой геологии - основа укрепления минерально-сырьевой базы». Тезисы докладов. -М.: РГУ нефти и газа, 2009.



**Подписано в печать: 16.03.2011**

**Заказ № 5151      Тираж - 120 экз.**

**Печать трафаретная.**

**Типография «11-й ФОРМАТ»**

**ИНН 7726330900**

**115230, Москва, Варшавское ш., 36**

**(499) 788-78-56**

**[www.autoreferat.ru](http://www.autoreferat.ru)**

